

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ БЕЛКОВ

**«Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней средой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и сама жизнь, что приводит к разложению белка»**

*Ф. Энгельс*

**«Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот»**

*В.М. Волькенштейн*

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Белки играют фундаментальную роль в формировании и поддержании структуры и функций живых организмов.
- Это высокомолекулярные азотсодержащие вещества, состоящие из аминокислот, связанных между собой пептидными связями.
- Белки иначе называют протеинами (от греч. proteos – первостепенный);

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Белки составляют значительную часть тканей живого организма: до 25% сырой и до 50% сухой массы;
- Они содержат 50-59% углерода; 6,5-7,3% водорода;
- 15-18% азота; 21-24% кислорода; до 2,5% серы.
- В составе некоторых белков есть фосфор, железо, цинк, медь и др. микроэлементы.

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

○ Считают, что в составе организма взрослого человека:

- - примерно 2% - углеводы;
- - минеральные вещества - 4,9%;
- - БЕЛКИ - 19,6%;
- - жиры - 14,7%;
- - вода - 58,8%.

Суточная норма потребления белка 1,2-1,6 г/кг веса, т.е. 60-120гр. – в зависимости от возраста, пола, характера труда (в т.ч. Белка животного происхождения – 55%).

- В организме человека около 10 000 разных белков

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

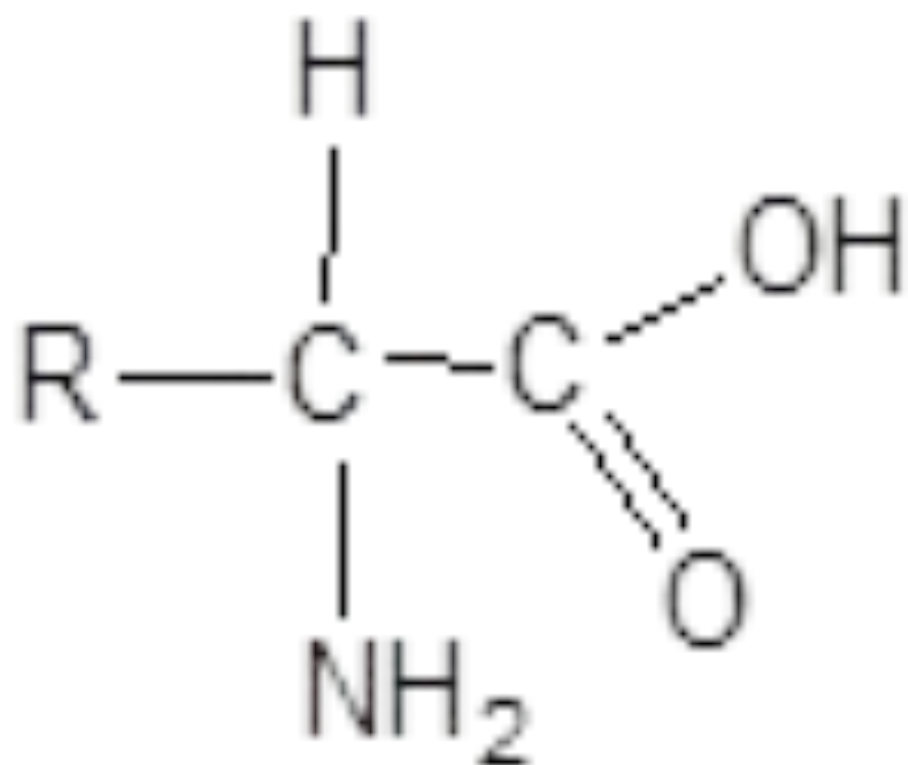
- Белки – это полимеры.
- Роль мономеров – кирпичиков, из которых состоят белки – выполняют аминокислоты;
- Аминокислоты в составе белков соединены в генетически детерминированной последовательности, которая и определяет как структуру, так и функции данных макромолекул.
- Таким образом, белки являются тем инструментом, при помощи которого геном управляет всеми реакциями клеточного метаболизма.

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- Большинство аминокислот, участвующих в биохимических превращениях, являются карбоновыми кислотами, содержащими карбоксильную и аминную группы, которые находятся у одного и того же углеродного атома.
- В организме человека найдено 70 аминокислот.
- **Двадцать из них входят в состав белков. Это так называемые протеиногенные аминокислоты.**



## ОБЩАЯ ФОРМУЛА А-АМИНОКИСЛОТ

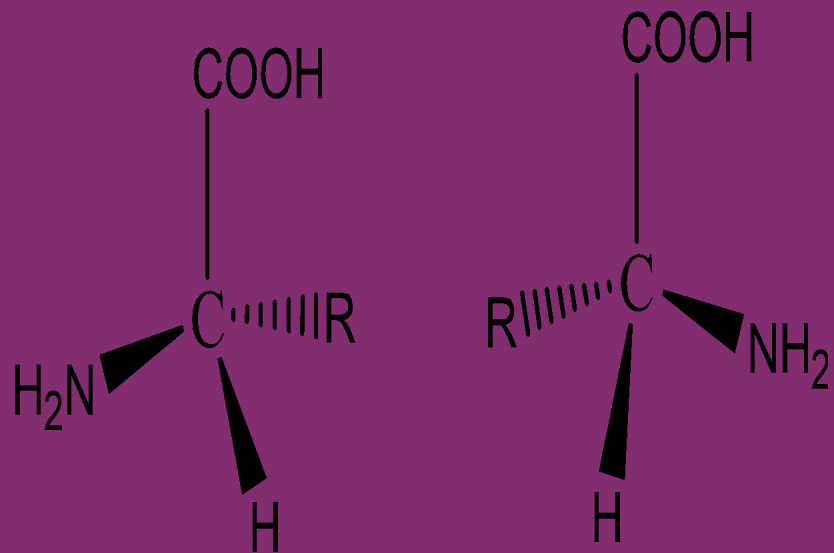


- Неизменным для всех аминокислот является т.н. аминокислотный блок.
- Аминокислоты отличаются друг от друга **структурой боковых групп**, которые в формуле обозначены - **R**;
- Эти группы (радикалы) имеют различную химическую структуру, а следовательно, придают аминокислотам разные физико-химические свойства.

- Для аминокислот, прежде всего, характерна **изомерия положения аминогруппы**.
- В биологии и химии широко распространены названия аминокислот, в которых взаимное расположение аминогруппы по отношению к карбоксильной группе обозначается греческими буквами.
- Так, если аминогруппа и карбоксил находятся у одного и того же атома углерода, то такая аминокислота называется  **$\alpha$ -аминокислотой**.
- В  **$\beta$ -аминокислотах** функциональные группа разделены двумя атомами углерода, в  $\gamma$ - - тремя и т.д.

- ⦿ **Белки нашего организма образованы только из α-аминокислот;**
- ⦿ Но в организме встречаются и другие аминокислоты.
- ⦿ Например γ-аминомасляная кислота (ГАМК):
- ⦿  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- ⦿ ГАМК играет важную роль в механизме передачи нервного импульса.

- $\alpha$ -Аминокислоты характеризуются наличием оптической активности, т. е. они могут вращать плоскость поляризованного света вправо или влево.
- Все  $\alpha$ -аминокислоты образуют **оптические изомеры** (или - зеркальные, т. е. которые нельзя совместить).
- Оптические изомеры принято обозначать латинскими буквами. **L-** (от лат. *laevus* - левый) и **D-** (от лат. *dexter* - правый).
- Считают, что кислота относится к **L-ряду**, если аминогруппа расположена **слева**.
- Все природные аминокислоты, входящие в состав белков, относятся к L-ряду.



# ОПТИЧЕСКИЕ ИЗОМЕРЫ А-АМИНОКИСЛОТ

L-аминокислота  
D-аминокислота

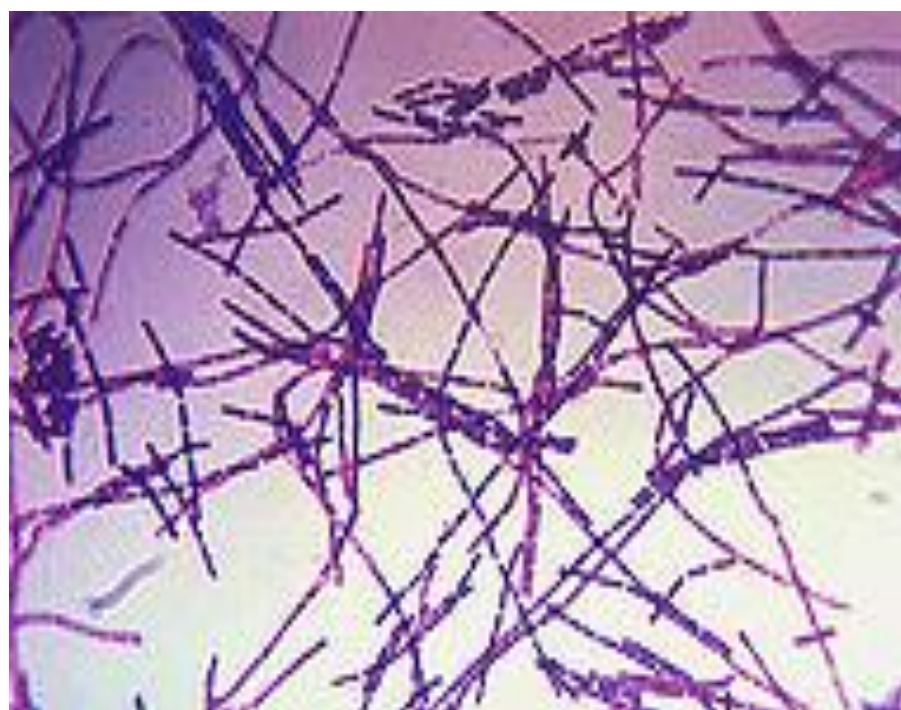
- Вся белковая жизнь на земле – «левая».
- **D-аминокислоты** встречаются в природе крайне редко.
- Они присутствуют в оболочке **бактерии-возбудителя сибирской язвы**.
- Именно поэтому оболочка бактерии не разрушается ферментами, разрывающими белковые цепи L-аминокислот и сибиреязвенная палочка чрезвычайно устойчива во внешней среде.

Сибиреязвенная бактерия вне организма при доступе кислорода воздуха образует споры, вследствие чего обладает большой устойчивостью:

- - споры бактерий на пастбище, заражённом испражнениями и мочой больных животных, могут сохраняться долгие годы.
- - гибнут при кипячении - через 40 минут
- - сухой жар при температуре 140 °С убивает споры через 2,5–3 ч.
- - прямые солнечные лучи выдерживают в течение 10–15 суток.

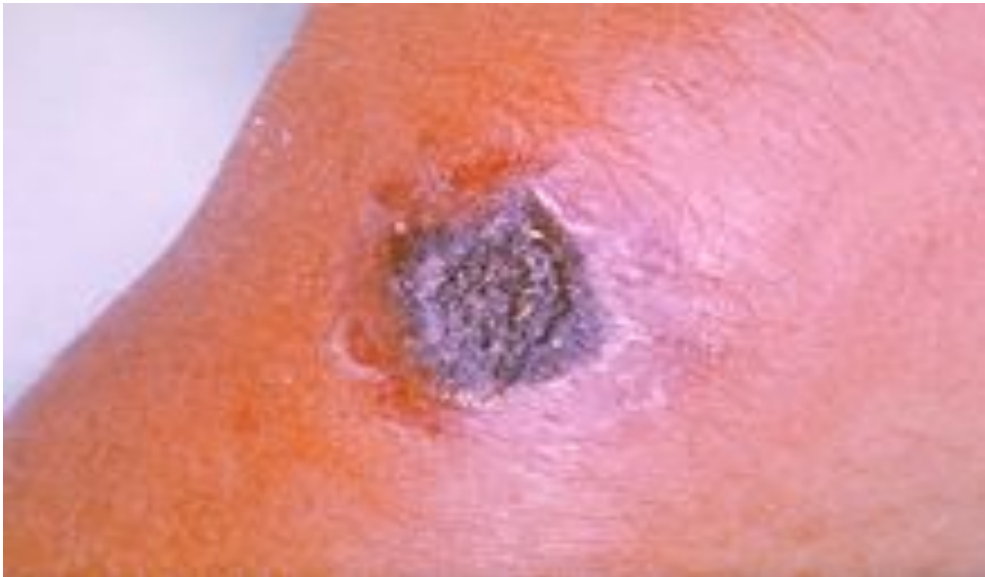


# МИКРОФОТОГРАФИЯ БАЦИЛЛ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ



# КОЖНАЯ ФОРМА СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ

- встречается в 98–99 % всех случаев сибирской язвы. Хорошо лечится антибиотиками.



○

- При отсутствии соответствующего лечения кожной формы летальность составляет 10–20 %.
- При лёгочной форме заболевания в зависимости от штамма возбудителя летальность даже при соответствующем лечении может превышать 90–95 %;
- Кишечная форма – летальность около 50 %.
- Сибиреязвенный менингит – 90 %.

ПИСЬМО НА  
ИМЯ АМЕРИКАНСКОГО СЕНАТОРА ТОМА ДЭШЛА,  
СОДЕРЖАВШЕЕ СПОРЫ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ,  
ОКТАБРЬ 2001 ГОДА



# СИБИРСКАЯ ЯЗВА НА ЯМАЛЕ

- Олени не смогли рассказать, что они уже заболели.  
Почти через 75 лет давно забытая болезнь снова показала свое коварство:  
на Ямале от сибирской язвы: погибло более 2300 животных, в Ямальском районе введен карантин (2.08.2016).  
Со стоянки оленеводов эвакуированы более 160 человек, в том числе свыше 90 детей. В понедельник власти ЯНАО заявили, что диагноз "сибирская язва" предварительно подтвердился у 8 человек, в том числе у троих детей. Один ребенок скончался.

# СИБИРСКАЯ ЯЗВА НА ЯМАЛЕ

- Вспышка этой болезни произошла из-за необычно жаркого для этих краев лета (в течение месяца на Ямале держалась аномальная жара - до 35 градусов)  
В связи с чем оттаяли скотомогильники, где во время последней вспышки сибирской чумы были закопаны останки погибших от болезни животных. Лед тает, обнажаются трупы животных, олени, которые бродят по тундре, наткнулись на них и заразились

- Из Салехардской окружной клинической больницы выписаны 22 тундровика (в том числе 16 детей), госпитализированные из очага сибирской язвы в Ямальском районе.
- Лечение антибиотиками получают 706 человек, из них 139 детей. Провакцинировано 1087 человек, из них 74 подростка старше 14 лет.
- Всего в арктическом регионе от "проснувшейся" сибирской язвы погибли 2,3 тысячи оленей, из очага распространения заболевания были госпитализированы 96 кочевников. 1 августа от кишечной формы болезни скончался 12-летний мальчик. 5 августа из стационара выписали первых госпитализированных для профилактического лечения тундровиков.
- По данным на 8 августа, привито порядка 90 тысяч оленей. Вакцинация животных продолжается. Случаев падежа нет. Специалисты Минобороны ликвидировали около 1300 павших животных



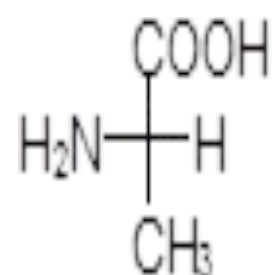




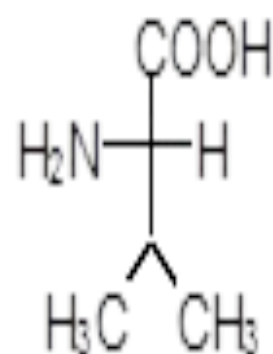
# КЛАССИФИКАЦИЯ А-АМИНОКИСЛОТ

- I. В зависимости от строения бокового радикала аминокислоты подразделяют на:
- 1) **неполярные (гидрофобные)**, содержат неполярный гидрофобный радикал (линейную или разветвленную углеводородную цепочку или ароматическое кольцо);
- 2) **полярные (гидрофильные) незаряженные**, содержат полярный гидрофильный радикал (полярные группы:  $-\text{OH}$ ;  $-\text{NH}_2$ ;  $-\text{SH}$ );
- 3) **полярные заряженные**, содержат заряженный боковой радикал (заряженные группы :  $-\text{NH}_3^+$  и  $-\text{COO}^-$ ).

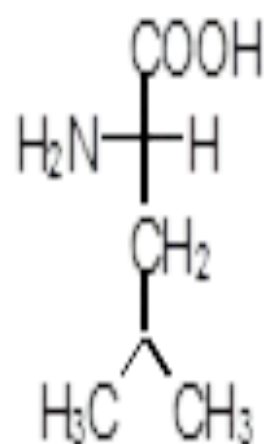
## НЕПОЛЯРНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



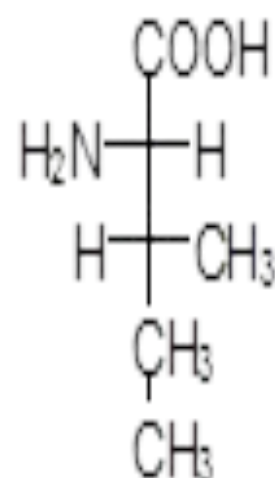
L-Аланин  
**Ala**



L-Валин  
**Val**

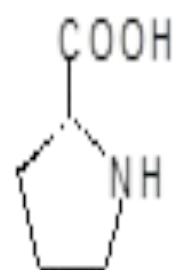


L-Лейцин  
**Leu**

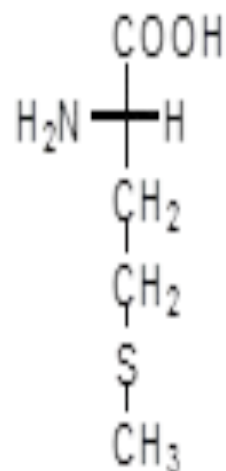


L-Изолейцин  
**Ile**

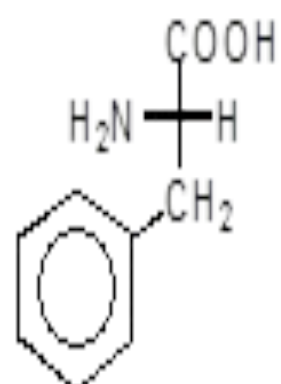
# НЕПОЛЯРНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



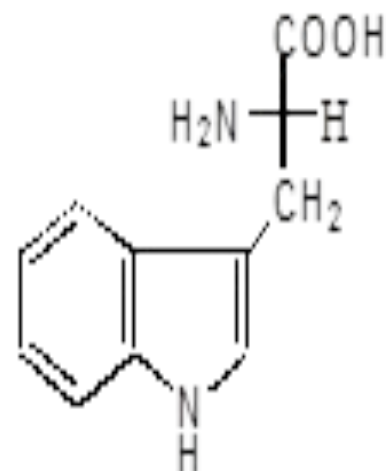
L-Пролин  
Pro



L-Метионин  
Met

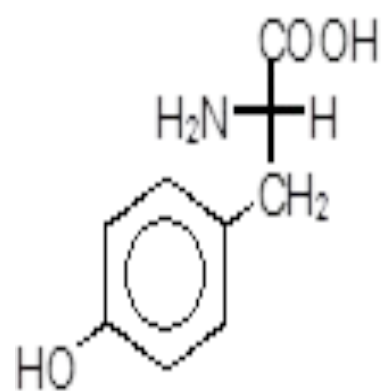


L-Фенилаланин  
Phe

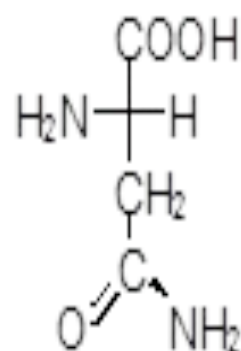


L-Триптофан  
Trp

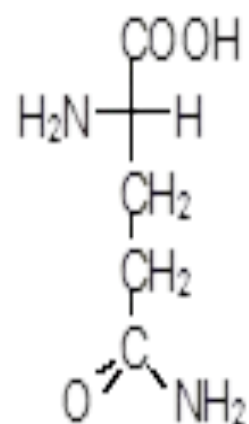
# ПОЛЯРНЫЕ НЕЗАРЯЖЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



L-Тирозин  
**Tyr**

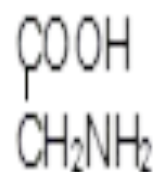


L-Аспарагин  
**Asn**

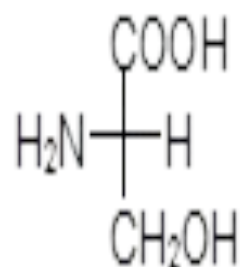


L-Глутамин  
**Gln**

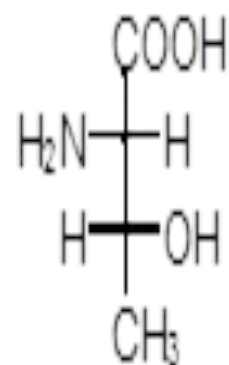
# ПОЛЯРНЫЕ НЕЗАРЯЖЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



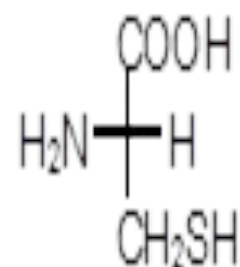
Глицин  
Gly



L-Серин  
Ser

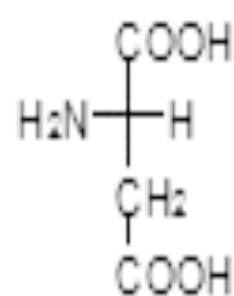


L-Треонин  
Thr

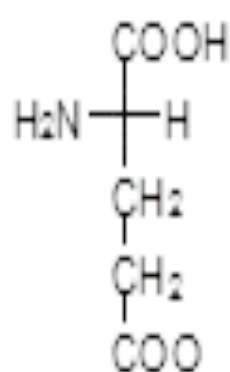


L-Цистеин  
Cys

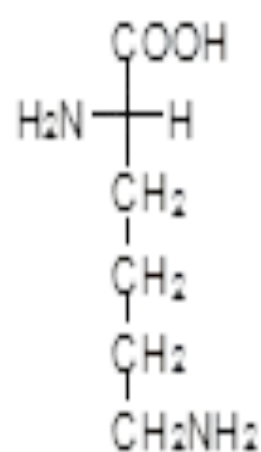
# ЗАРЯЖЕННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ



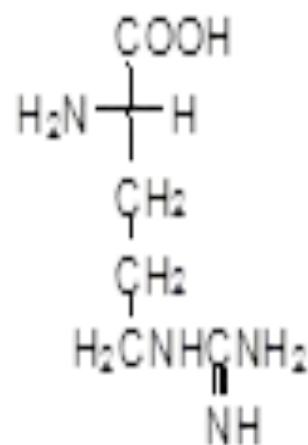
L-Аспарагиновая  
кислота  
**Asp**



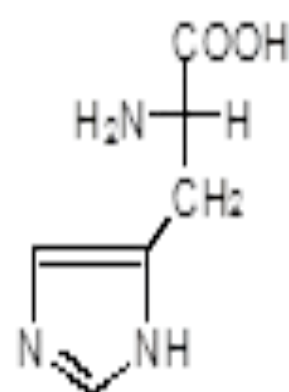
L-Глутаминовая  
кислота  
**Glu**



L-Лизин  
**Lys**



L-Аргинин  
**Arg**



L-Гистидин  
**His**

# КЛАССИФИКАЦИЯ А-АМИНОКИСЛОТ

- **II. По биологическому значению**  
Аминокислоты подразделяются на:
- 1) **незаменимые** - их 8:
  - **валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, лизин;**
- 2) **частично заменимые** - их 2:
  - аргинин и гистидин;
- 3) **заменимые** - их 10:
  - аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистеин.



- Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме человека, но необходимы для нормальной жизнедеятельности. Они должны поступать в организм с пищей. При их недостатке задерживается рост и развитие организма.
- Заменимые аминокислоты синтезируются в организме человека.
- Частично заменимые аминокислоты синтезируются, но в незначительных количествах.

## МНЕМОНИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО

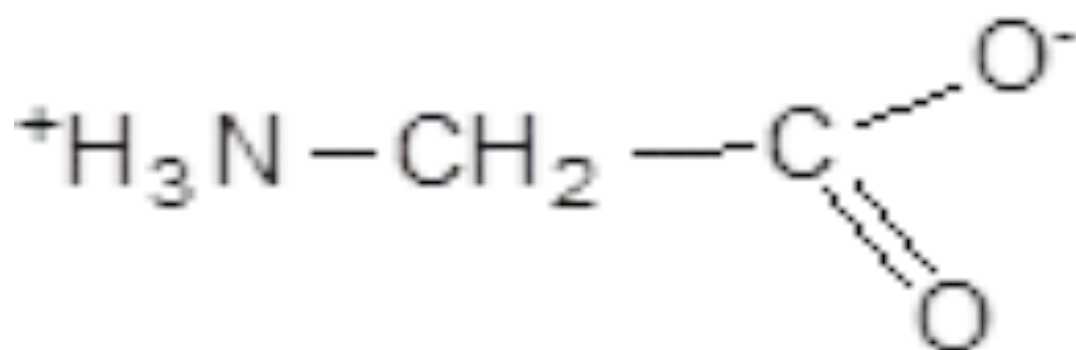
- **Л**иза **М**етнула **Ф**ен в **Т**рибуну,  
**Т**резвый **Л**ейтенант **В**алялся  
в **И**золяторе  
с **А**ргентинским **Г**итаристом  
(лизин, метионин, фенилаланин,  
триптофан, треонин, лейцин, валин,  
изолейцин, аргинин, гистидин).

- Некоторые природные аминокислоты не участвуют в построении белков но очень важны для жизнедеятельности организма;
- Это **ГАМК** – нужна для передачи нервного импульса;
- **Тироксин** - является основным гормоном щитовидной железы; образуется при йодировании аминокислоты - тирозина.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМИНОКИСЛОТ

- В молекуле аминокислоты одновременно присутствуют **две функциональные группы** противоположного химического характера:
  - **основная  $-\text{NH}_2$  - аминогруппа;**
  - **кислотная  $-\text{COOH}$  - карбоксильная группа.**
- Эти группы способны к взаимодействию друг с другом, т. е. способны к внутримолекулярной нейтрализации.
- В связи с этим аминокислоты правильнее представлять в виде так называемых внутренних солей.

# А-АМИНОКИСЛОТА В ФОРМЕ ВНУТРЕННЕЙ СОЛИ



- Эта особенность определяет **физические и химические свойства** аминокислот.
- Аминокислоты – твердые, кристаллические вещества, растворимые в воде и мало растворимые в органических растворителях;
- Некоторые аминокислоты обладают сладким вкусом.

- Так как аминокислоты имеют в своем составе как **кислотную**, так и **основную** группы, они способны реагировать и с **кислотами**, и с **основаниями** (*являются **амфотерными** органическими соединениями*);
- Могут участвовать в реакциях:
- реакции **окисления-восстановления** - по **-SH-** и **-S-S-** группам;
- реакции **алкилирования** (взаимодействия с гидроксильными группами спиртов) и **ацилирования** по **NH<sub>2</sub>-**, **ОН-** и **СООН-** группам;
- реакция **фосфорилирования** - по **ОН-** группам

# ПЕПТИДЫ

- Соединения из нескольких аминокислот называют пептидами;
- А связь между ними - пептидной.
- Она возникает под воздействием определенных ферментов;
- Пептидная связь возникает в результате взаимодействия:

$\alpha$ -аминогруппы ( $-\text{NH}_2$ ) одной аминокислоты с  $\alpha$ -карбоксильной группой ( $-\text{COOH}$ ) другой.



# СХЕМА ПЕПТИДНОЙ СВЯЗИ

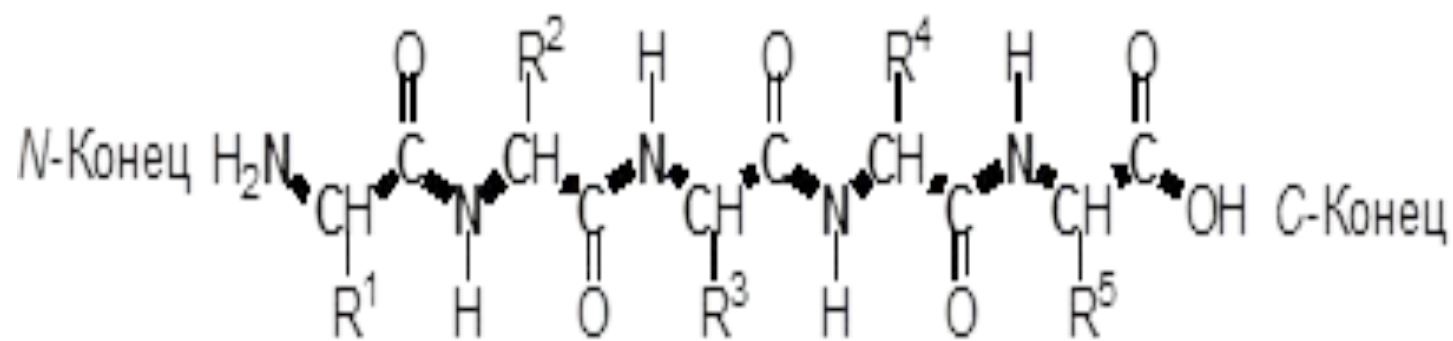


- В зависимости от количества аминокислот, связанных между собой выделяют ди-, три-, тетра-, пента- или полипептиды - они содержат от 6-10 до нескольких десятков аминокислот;
- В состав многих белков входит 300-500 аминокислотных остатков, есть и более крупные белки (с молекулярной массой от 5000 до многих миллионов);
- Различия белков определяются:
  - - **числом аминокислотных остатков;**
  - - **их составом;**
  - - **последовательностью их чередования в полипептидной цепи.**

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Выделяют 4 уровня организации белковых молекул:
- **1. Первичная структура** - это порядок чередования аминокислотных остатков в полипептидной цепи (или нить из аминокислот, связанных пептидными связями);
- Первичная структура каждого белка уникальна и детерминирована генами;
- На сегодня расшифрована первичная структура более тысячи белков, в т.ч. организма человека.

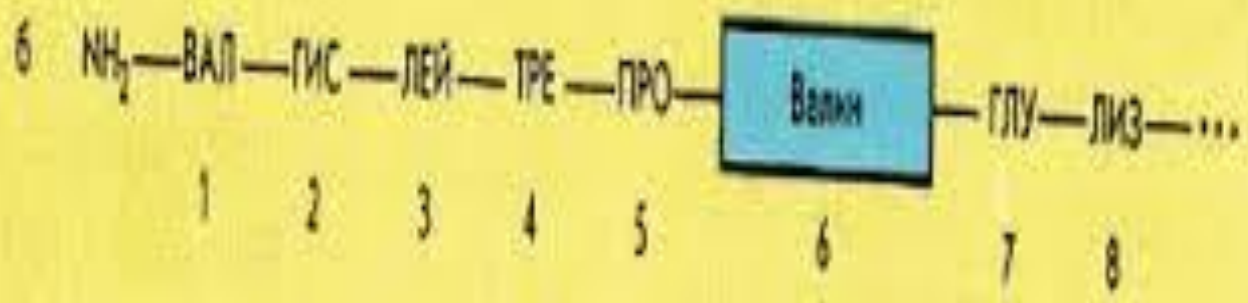
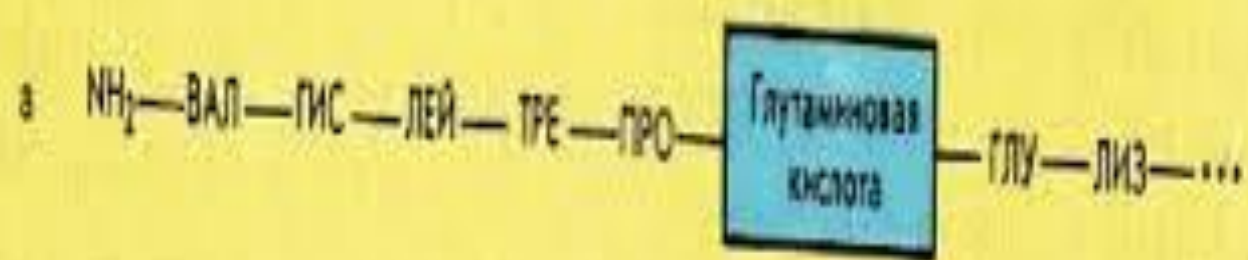
ПЕНТАПЕПТИД (ПЕПТИД ИЗ ПЯТИ  
АМИНОКИСЛОТНЫХ ОСТАТКОВ).  $R^1$ ,  $R^2$  И Т.Д.  
— БОКОВЫЕ РАДИКАЛЫ АМИНОКИСЛОТ

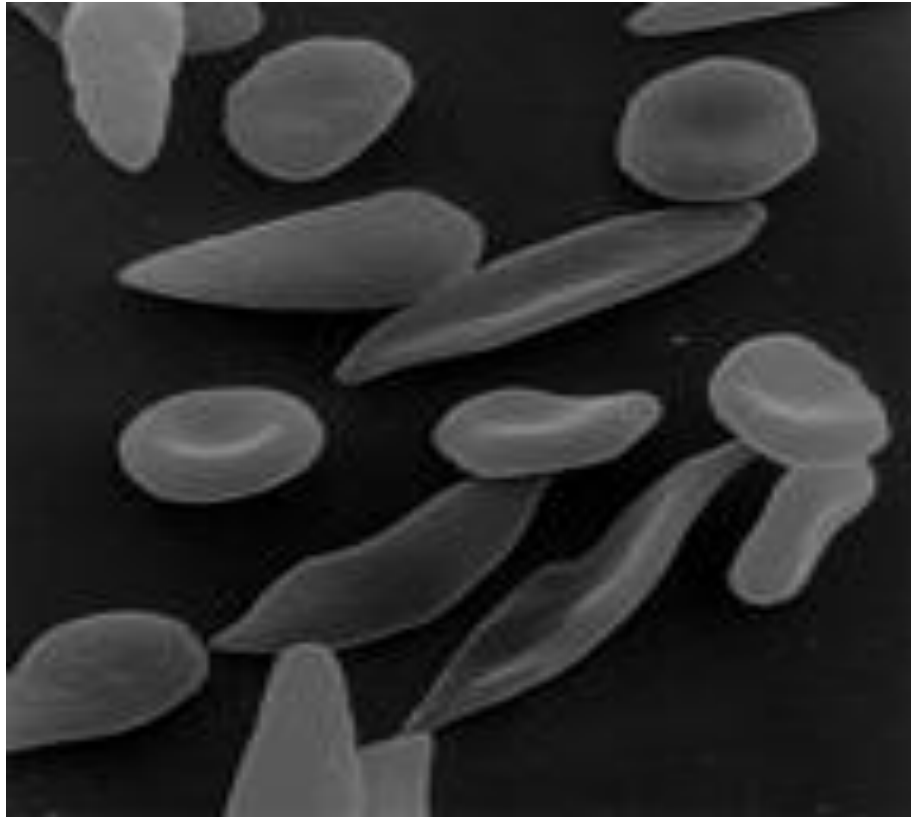


- Первичная структура определяет свойства белка.
- Замена только одной аминокислоты в цепи достаточно для негативных последствий:

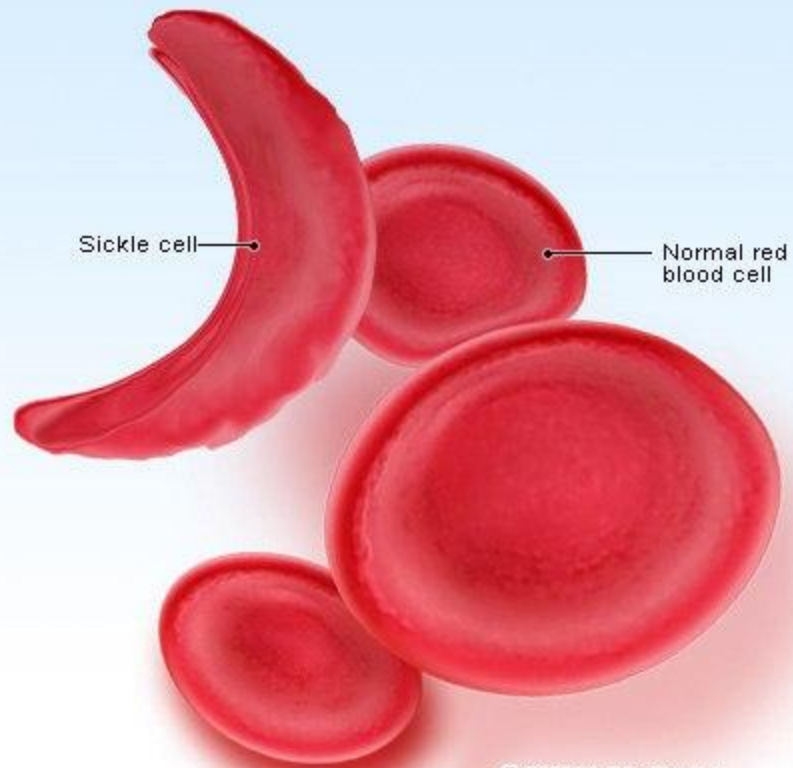
у ГЕМОГЛОБИНА замена в одном положении глутаминовой кислоты на валин приводит к невозможности переносить кислород – развивается

**СЕРПОВИДНОКЛЕТОЧНАЯ АНЕМИЯ.**



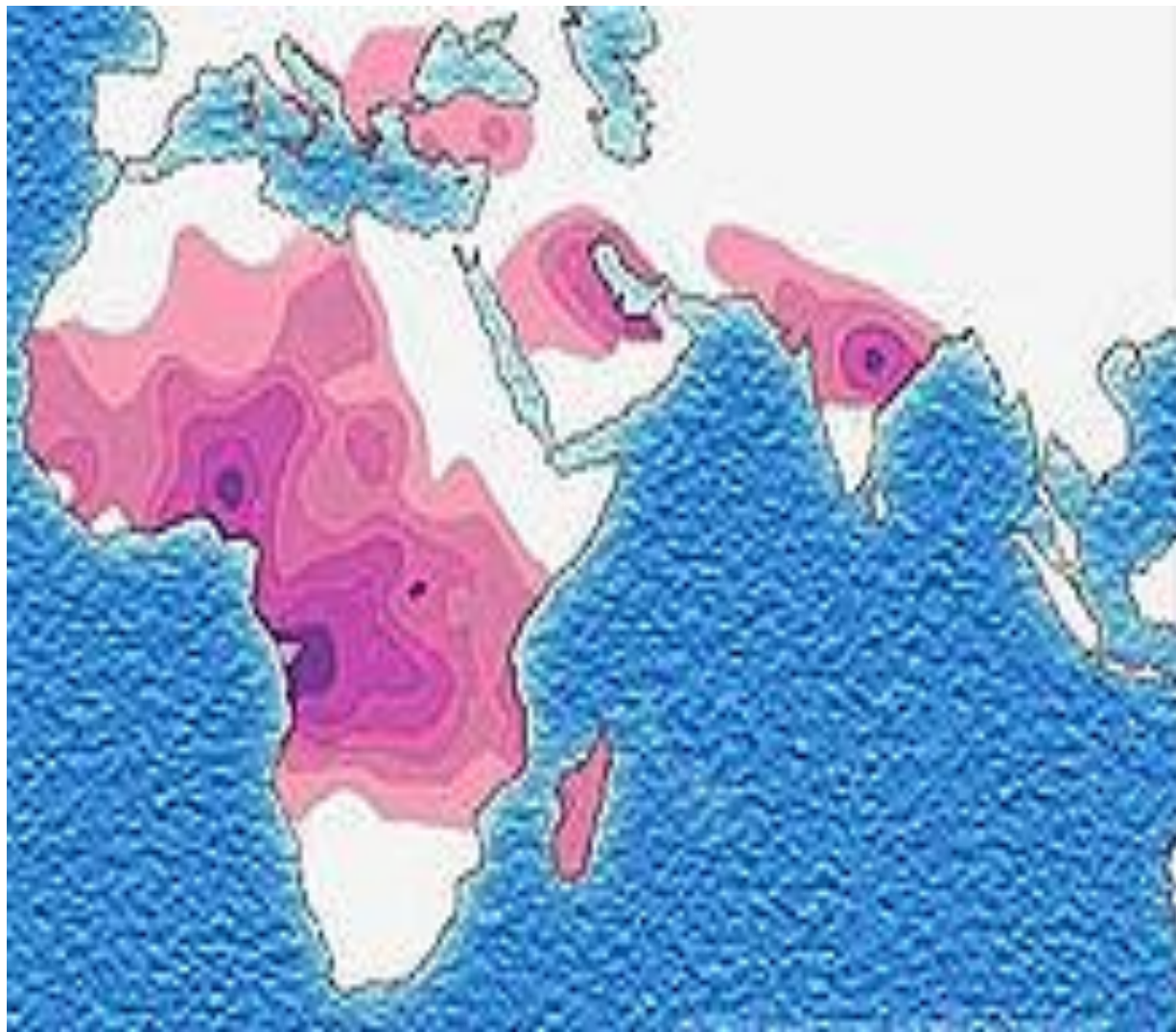


## Red Blood Cells



© 2008 MedicineNet, Inc.





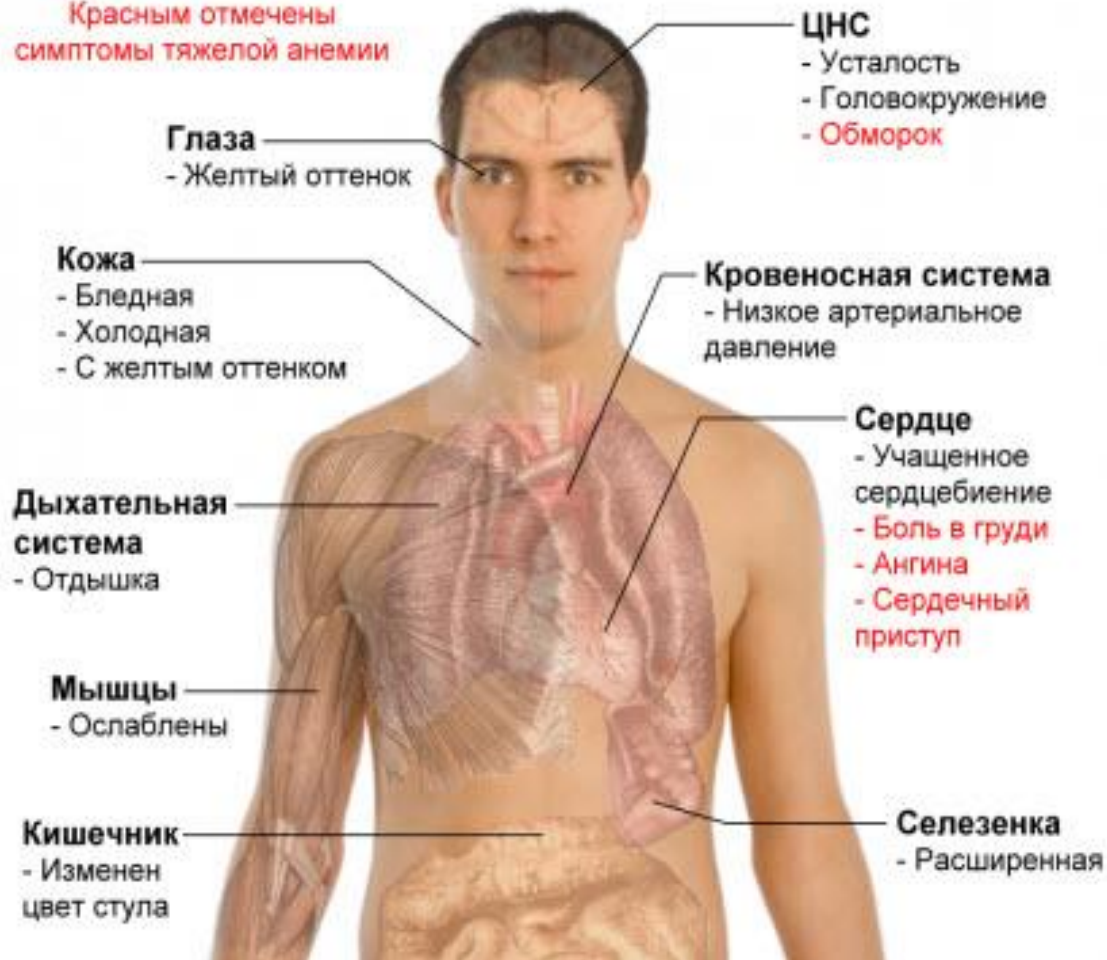
Распространение аллеля серповидноклеточной анемии  
(более тёмная окраска - большая частота встречаемости,  
наибольшая частота - около 15%)

# ПРИЗНАКИ БОЛЕЗНИ

- Из-за хрупкости красных клеток крови всегда наблюдается анемия, которая делает больного менее выносливым и может вызвать желтуху (связанную с чрезмерным распадом гемоглобина).
- В периоды гемолитических кризисов отмечается резкое падение уровня гемоглобина, которое сопровождается высокой температурой и черным цветом мочи. У больных серповидной анемией меняется и внешний вид: отмечается высокий рост, худоба, удлиненность туловища, искривление позвоночника, башенный череп и измененные зубы.

# Симптомы анемии

Красным отмечены  
симптомы тяжелой анемии



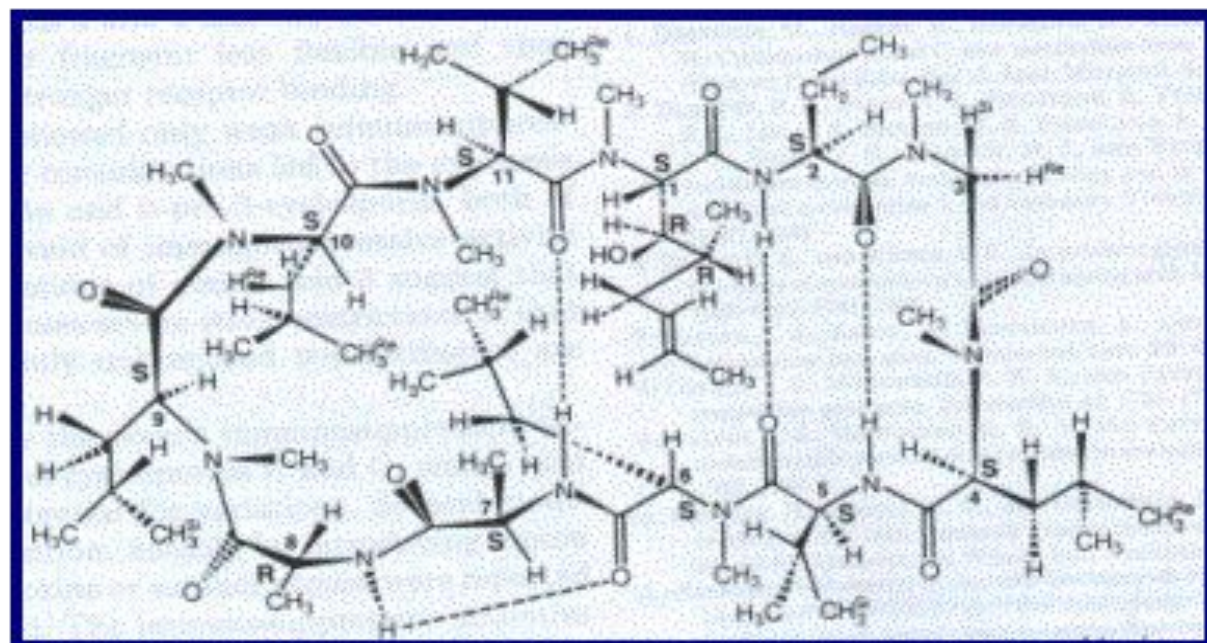
# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Пептидная цепь имеет одно *направление* и два разных конца **N-конец**, несущий свободную аминогруппу первой аминокислоты, и **C-конец**, несущий свободную карбоксильную группу последней аминокислоты.
- В пептидах аминокислотные остатки связаны в цепочку последовательно.
- Цепочку амидных групп и  $\alpha$ -углеродных атомов называют **пептидным остовом** молекулы.

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Есть пептиды небелковой природы.
- В настоящее время из природных источников выделено более сотни индивидуальных пептидов, детально изучено их строение, свойства и биологическая активность.
- Пример: глутатион - один из наиболее широко распространённых внутриклеточных пептидов, принимающий участие в переносе аминокислот через мембрану, в окислительно-восстановительных и других процессах в клетке.
- Некоторые природные пептиды-антибиотики (синтезируются микроорганизмами). Они имеют циклическое строение: грамицидин S, циклоспорин А.

# ЦИКЛОСПОРИН А - ПЕПТИД-АНТИБИОТИК



# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Роль пептидов в процессе жизнедеятельности организмов **многообразна:**
- - они служат гормонами: инсулин, глюкагон, гормон роста и др.;
- - некоторые являются сильнейшими ядами (яды змей, пауков, насекомых, грибов);
- - антибиотиками;
- - регуляторами психической деятельности.
- **Значительное число природных пептидов удалось синтезировать. Искусственным путём получены сотни аналогов природных пептидов с более сильным биологическим действием.**

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

○ **Вторичная структура** (организации белковых молекул) - это способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру:

- - а – спираль (с симметричными витками);
- - б – складчатый слой;

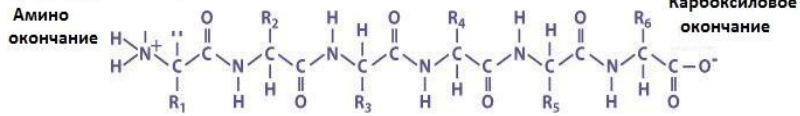
*Вторичная структура белка определяется первичной - т.е. какие аминокислотные остатки в ней находятся.*

Есть белки, где есть одновременно обе структуры.

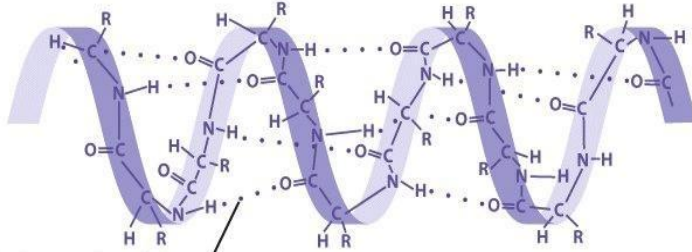


### (a) ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА

[idoktor.info](http://idoktor.info)

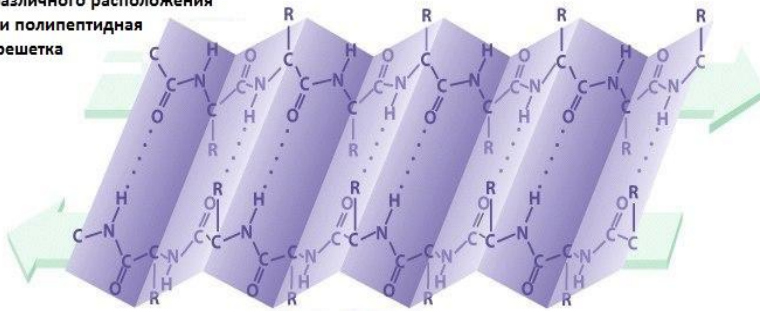


### (b) ВТОРИЧНАЯ СТРУКТУРА



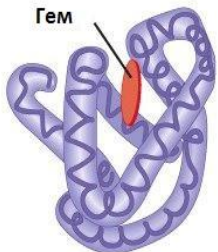
$\alpha$  спираль

Водородные связи между аминокислотами различного расположения и полипептидная решетка



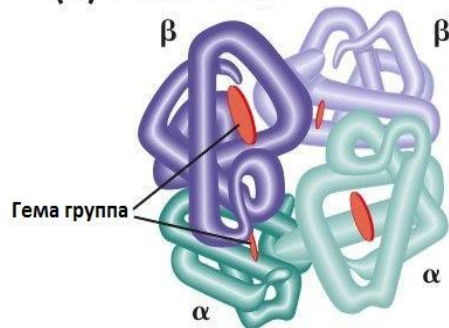
Белковая решетка

### (c) ТРЕТИЧНАЯ



$\beta$  полипептид

### (d) ЧЕТВЕРТИЧНАЯ



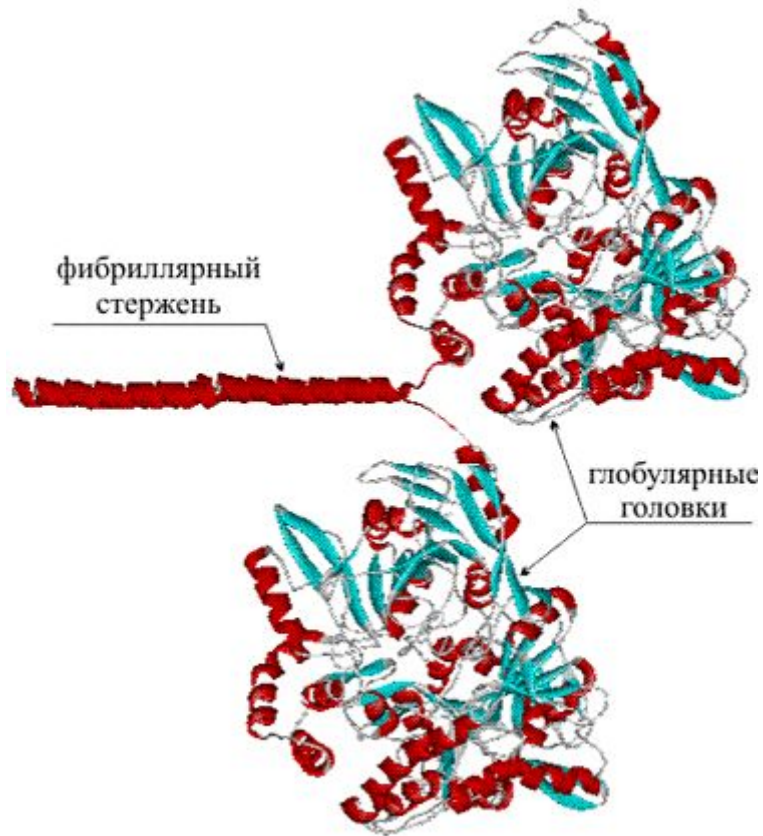
Гема группа

4 уровня в структуре белка

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

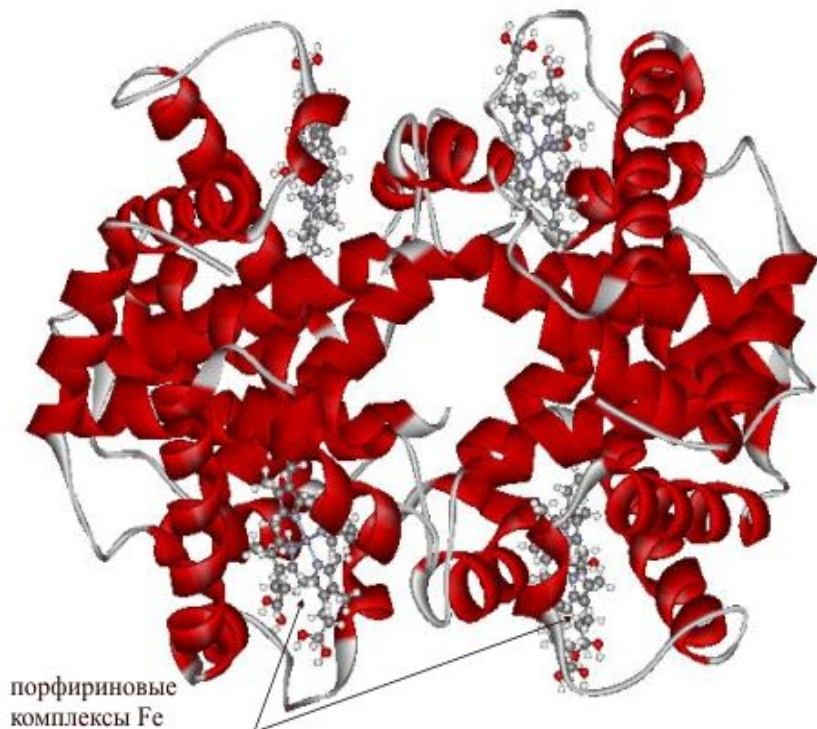
- Третичная структура - спираль, которая далее свертывается, образуя:
  - ? - клубок – глобулу;
  - ? - пучок нитей – фибриллу;Они специфичны для каждого белка.

**Молекула миозина**  
**Состоит из двух переплетённых**  
 **$\alpha$ -спиралей (фибриллярная часть), которые**  
**соединены с двумя глобулами.**



# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

**Четвертичная структура** – состоит из нескольких глобул: у гемоглобина 4 глобулы.



# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Четвертичная структура - способ укладки в пространстве отдельных полипептидных цепей, обладающих одинаковой или разной третичной структурой.
- Каждая отдельно взятая полипептидная цепь, получившая название *протомера* или *субъединицы*, чаще всего не обладает биологической активностью.
- Биологическая активность белка проявляется только при наличии третичной или четвертичной структуры.

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- I. По сложности строения белки делят на **простые и сложные**:
  - - простые (однокомпонентные) белки состоят только из белковой части и распадаются на аминокислоты;
  - - сложные (двухкомпонентные): в их состав входит протеин и добавочная группа небелковой природы – простетическая группа.

*В ее качестве могут выступить липиды - обр-ся липопротеиды; углеводы - гликопротеиды; нуклеиновые кислоты - нуклеопротеиды; ионы металла - металлопротеиды (белок ферритин в селезенке содержит 20% железа).*

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

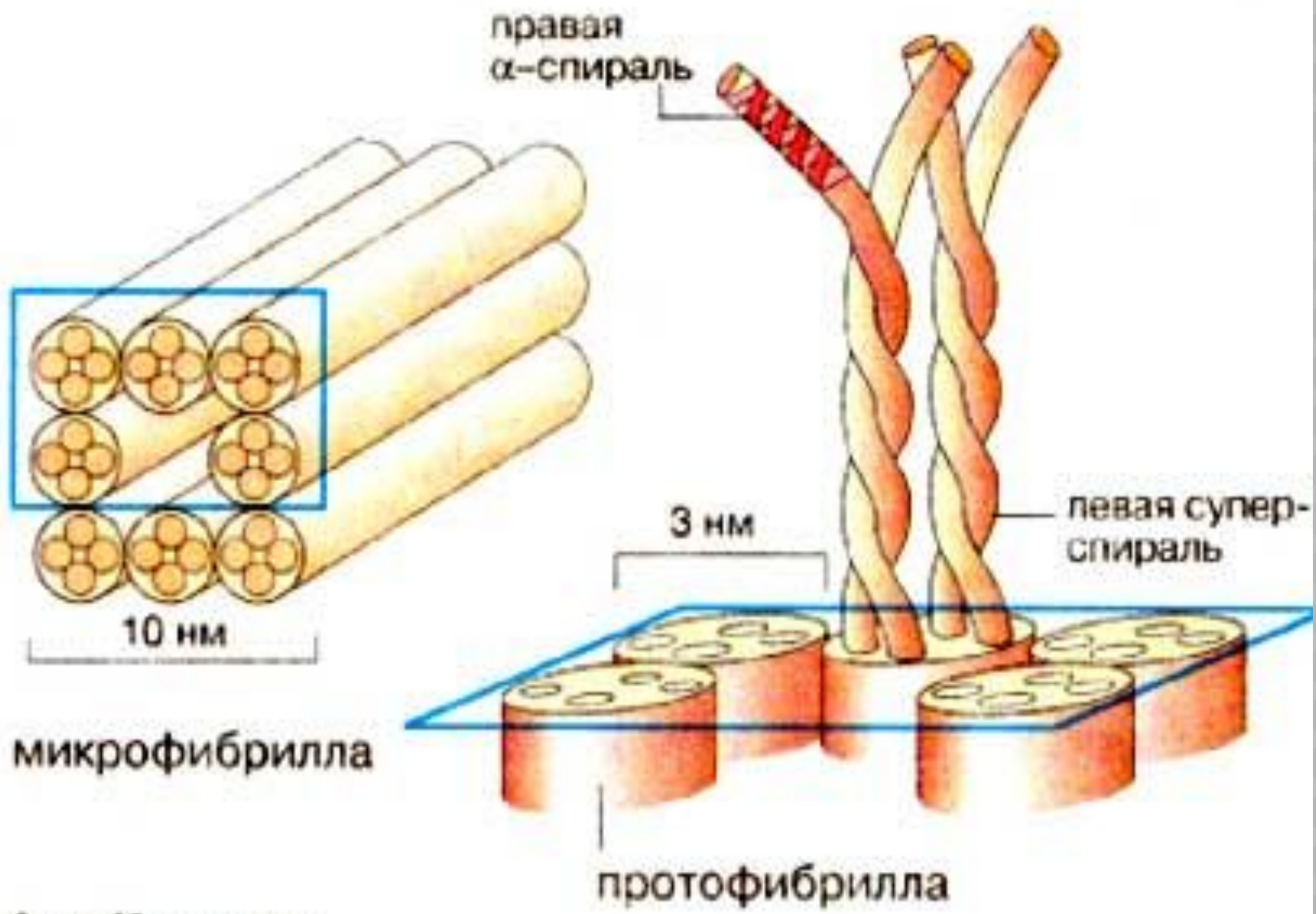
◎ II. По форме белковой молекулы белки разделяют на:

- **глобулярные**  
(корпускулярные);
- **фибриллярные**  
(волокнистые);

# ФИБРИЛЛЯРНЫЕ БЕЛКИ

- Молекулы фибриллярных белков нитевидные по форме и собраны в пучки, образующие волокна;
- Они выполняют защитную функцию образуя наружный слой нашей кожи;
- Участвуют в образовании соединительной ткани, включая хрящевую и сухожилия мышц.





**A. α-Кератин**

# ГЛОБУЛЯРНЫЕ БЕЛКИ

- Их подавляющее большинство среди белков;
- Они имеют более сложную пространственную структуру;
- Выполняют более разнообразные функции:
  - - катализируют химические реакции в клетке;
  - - обеспечивают растворимость белка в воде и др.

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- III. По растворимости в воде и растворах солей выделяют:

- ? - альбумины;

- ? - глобулины.

Альбумины – очень хорошо растворяются в воде и в концентрированных солевых растворах;

*Молекула альбуминов состоит из одной полипептидной цепи и насчитывает до 600 аминокислотных остатков;*

*Это альбумин белка куриного яйца, альбумин сыворотки крови, альбумин мышечной ткани.*

*Выполняют транспортные и питательные функции.*

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- Глобулины – не растворяются в воде и в умеренно концентрированных растворах солей (или выпадают в осадок при их высокой концентрации).
- Но в очень слабых растворах солей растворимы.
- *Это фибриноген, глобулин сыворотки крови, глобулин мышечной ткани, глобулин белка куриного яйца.*
- *Выполняют транспортную и защитную функцию.*

# ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- ◉ 1. **Каталитическая:** белки-ферменты ускоряют химические реакции;
- ◉ *Ежесекундно в клетках протекает множество химических реакций, причём почти все они катализируются при помощи ферментов. В настоящее время выделено и идентифицировано более 2 тысяч ферментов, катализирующих протекание разнообразных реакций в клетках и тканях.*
- ◉ 2. **Строительная:** белки участвуют в образовании всех клеточных мембран и органоидов клеток;
- ◉ *К структурным белкам относятся белки межклеточного вещества: коллаген и ретикулин. Одним из основных компонентов связок является эластин, а кожи – коллаген. Волосы и ногти в основном состоят из очень прочного белка – кератина.*

# ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- ◎ **3. Двигательная:** обеспечивают сокращение гладких и поперечно-полосатых мышц (за счет сократительных белков актина и миозина);
- ◎ **4. Транспортная:** переносят различные соединения (кислород – гемоглобином; гормоны и лекарства – белками плазмы крови);
- ◎ **5. Регуляторная:** участвуют в регуляции обмена веществ (инсулин, гормон роста и др.);

# ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- ◎ **6. Рецепторная.** Рецепторные белки играют важную роль при передаче нервного или гормонального сигнала в клетку. *Рецепторы локализованы в мембранах, и механизм передачи информации связан в основном с изменением конформации белка, поглощением или выделением энергии и т. д.*
- ◎ **7. Защитная:** антитела (γ-глобулины) распознают и уничтожают чужеродные вещества: вирусы, бактерии, белки и пр.

# ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

- **8. Питательная.** Ряд белков используется клетками в качестве резервного, питательного материала.
- *К ним относятся, в частности, проламины и глютелины – белки растений, преимущественно зерновых. Из животных белков можно отметить овальбумин – питательный белок птичьих яиц.*
- **9. Энергетическая:** при распаде 1гр белка выделяется 17,6 кДж энергии.